

第3章 取水施設

3.1 取水施設の概要

3.1.1 取水施設リニューアル技術の分類

ダムの取水施設は、ここでは発電等の利水のためにダム貯水池から取水する目的で、ダムの堤内および堤外に設置される施設をいう。

取水施設のリニューアル技術には、図-3.1.1に示すように、堤内においては既設ダムの堤体内に穴をあけて導水路を新設・増設する技術と既設取水ゲートを改良・補修する技術がある。また、ダム堤体から離れた位置の堤外においては、取水口を新設・増設する技術がある。

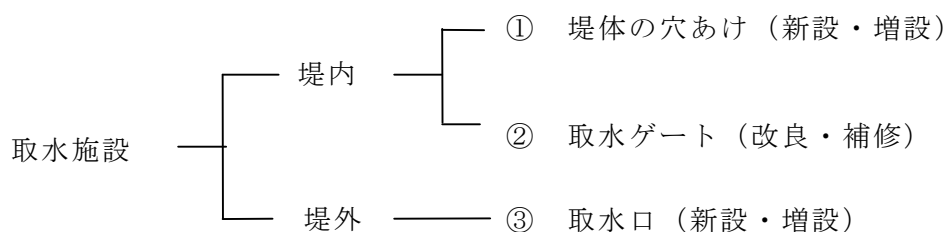


図-3.1.1 取水施設のリニューアル技術の分類

この分類に基づいた取水施設リニューアルの施工事例一覧を表-3.1.1～表-3.1.2に示す。なお、表中の「目的の区分」については次節3.1.2で述べる。

表-3.1.1 取水施設リニューアールの施工事例一覧表

整理 No.	ダム名	所在地	事業者	本体		目的		工期		施工業者	精切工	導水構工		その他	摘要	
				完成 (年度)	施工業者	区分	種別	着工	完成			導水径 (mm)	掘削断面			
													幅 (m)			高さ (m)
1	秋 ^{アキ} ハ ^ハ 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	電源開発	熊谷	豊富な水資源の有効利用	豊富な水資源の有効利用	発電所の増設	1988.05	1991.08	熊谷・清池	無	φ5,300	φ6,500			
2	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	関東地建	熊谷	洪水調節の改善	洪水調節の改善	放流機の改良・放流能力の向上	1988.06	2003.04	熊谷・石川陽海	無	φ3,800	φ4,400			
3	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	青森県	熊谷	その他	その他	放流機工	1987.10	1987.10	熊谷・竹中	無	無	φ4,400			
4	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	電源開発	熊谷	豊富な水資源の有効利用	豊富な水資源の有効利用	発電所の増設	1989.07	2002.10	熊谷・東洋	鋼コンクリート製アーチ型	φ5,000	6.20	6.20		
5	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	山形県	熊谷	ダムの多目的化	ダムの多目的化	発電所の増設	1984	1987	熊谷	鋼製マンネル型	φ1,400	2.60	2.60		
6	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	電源開発	熊谷	環境保全対策	環境保全対策	維持放流設備の新設	1991.10	1991.12	熊谷	鋼製マンネル型	φ750	1.80	2.00		
7	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	北海道	大林・岩倉	環境保全対策	環境保全対策	魚道新設	1993	1999	大林・岩倉	鋼製マンネル型	φ450	φ1.45			
8	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	近畿地建	西松	環境保全対策	環境保全対策	放流機の改良	1988.12	1988.05	西松	鋼製マンネル型	φ1,240	2.85	2.85		
9	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	山口県	熊谷	環境保全対策	環境保全対策	冷水湧水対策	1985.12	1988.12	熊谷	鋼製マンネル型	φ3,000	4.20	4.20		運取排水設備も新設
10	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	東北地建	西松	洪水調節の改善	洪水調節の改善	放流機の改良	1986.10	1988.12	西松	鋼製マンネル型	φ3,600	5.00	5.00		
11	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	香川県	熊谷	洪水調節の改善	洪水調節の改善	放流機の改良	1982.04	1983.06	熊谷	鋼製マンネル型	φ1,300	2.50	2.50		
12	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	長崎県	熊谷	新設ダムの多目的化	新設ダムの多目的化	新設ダムの水位運動	1985	1989	日本国土・東海上建・中島	鋼製マンネル型	3,000×3,000	3.40	3.40		
13	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	秋田県	熊谷	環境保全対策	環境保全対策	洪水対策	1989	2001	熊谷	鋼製マンネル型	φ1,100	2.50	2.50		運取排水設備も新設
14	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	茨城県	熊谷	ダムの多目的化	ダムの多目的化	洪水対策	1989	1977	熊谷	鋼製マンネル型	3,700×3,700	8.00	7.50		一次改修
15	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	和歌山県	大豊	環境保全対策	環境保全対策	維持放流設備の新設	1997.10	1988.03	大豊	鋼製マンネル型	φ400	φ1.45			
16	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	広島県	旧海軍	ダムの多目的化	ダムの多目的化	農業用水用設備の新設	1999.10	2004.02	熊谷・飛鳥・大木	鋼製マンネル型	φ800	2.40	2.40		運取排水設備も新設
17	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	鳥取県	市道営	その他	その他	砂防ダムとして再活用	1985	1988	熊谷	鋼製マンネル型	無	3.00	2.80		
18	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	三重県	西松	環境保全対策	環境保全対策	冷水湧水対策	2002.05	2004.05	西松・日本土建	鋼製マンネル型	φ900	2.10	2.10		運取排水設備も新設
19	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	徳島県	西松	環境保全対策	環境保全対策	冷水湧水対策	2001.11	2002.08	西松	鋼製マンネル型	φ1,100	2.70	2.70		運取排水設備も新設
20	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	兵庫県	熊谷・三原	洪水調節の改善	洪水調節の改善	ゲートレス化	2000	2004	大田土建	鋼製マンネル型	無	2.75	2.95		
21	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	東北地建	秋島	水質改善	水質改善	冷水放流量の増量	1989.02	1990.11	熊谷	鋼製マンネル型	φ3,200	φ4.40			
22	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	四国地建	清水	水質改善	水質改善	冷水・湧水停止・水質改善	2012	2014	清水・安藤ハヤマ	鋼製マンネル型	φ1,500	2.70	2.70		
23	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	中国地建	フジタ	洪水調整	洪水調整	洪水時におけるダム管理	2005	2008	熊谷	鋼製マンネル型	φ2,700	φ3,920			
24	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	九州地建	西松	洪水調整	洪水調整	洪水調整量の増加	2011	2018(予定)	熊谷・西松	鋼製マンネル型	φ4,800	6.00	6.00		運取排水設備も新設
25	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	中部電力	熊谷	取水施設の改良	取水施設の改良	運取排水設備の更新	2000	2001	シテック(前田)	鋼製マンネル型	無	—	—		
26	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	関東地建	清水	取水施設の改良	取水施設の改良	取水施設の維持	1994.10	1995.03	清水	鋼製マンネル型	無	—	—		ゲートアンカー補修
27	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	宮城県	西松	取水施設の改良	取水施設の改良	老朽化した取水施設の改良	1999.12	2002.07	西松・池田	鋼製マンネル型	無	—	—		
28	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	茨城県	株木	非常洪水吐けの改良	非常洪水吐けの改良	鉛流部落下改良工事	2006.11	2010.03	株木・昭和	鋼製マンネル型	無	—	—		ゲートは他業者新規
29	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	中国電力	栗村	洪水吐の改良	洪水吐の改良	洪水吐に付くゲート改善	2012.10	2018.09	栗村	鋼製マンネル型	無	—	—		上・下流ピア設備工事1式
30	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	東北地建	熊谷	設備の更新	設備の更新	放流設備の更新	2005.03	2006.06	日立建設機構	鋼製マンネル型	無	—	—		
31	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	九州電力	伊藤	設備改善	設備改善	トラフオーピンの更新	2004	2008	前田	鋼製マンネル型	無	—	—		
32	秋 ^{アキ} 五 ^{イチノ} 上 ^ノ 沖 ^ノ	静岡県	中国電力	前田	設備の更新	設備の更新	スクリーンハートの取替	2010.07	2011.05	前田	鋼製マンネル型	無	—	—		

表-3.1.1.2 取水施設リニューアルの施工事例一覧表

整理 No.	ダム名	所在地	事業者	本体		目的			工期		施工業者	締切工	導水施工			その他	摘要
				完成 (年度)	施工業者	区分	種別	着工	完成	取水口径(mm)			掘削前置				
													幅(m)	高さ(m)			
33	ヒツシキ アサヒカ 尾川	宮城県	九州電力	1983	鹿島	環境保全対策	選取取水設備の新設・改良	1973.04	1974.07	石川島播磨	無	無	無	無			
34	カッサ 川	岡山県	岡山県	1964	熊谷	洪水調節の改善 水運の改良	取水塔の新設	1978.12	1983.09	熊谷・石川島播磨	水中施工(取水塔) 本設の取水塔コンクリート 修繕等	φ2,100 φ2,500	φ2,000 φ3,500	トンネル内設置			
35	カッサ 川	新潟県	電源開発	1978	鹿島	豊富な水資源の 有効利用	発電所の増設	1982.06	1998.08	鹿島・間	鋼管矢板工 (水位低下工事)	φ800	—	—	堤外トンネル利用 取水塔設置		
36	カッサ 川	長崎県	長崎県	1981	熊谷	洪水調節の改善 水運の改良	利水設備設備の新設	1994.10	1999.04	熊谷・岡山	鋼管矢板工 (水位低下工事)	φ400	—	—	グラウトトンネル利用 取水塔設置		
37	カッサ 川	栃木県	関東地産	1966	鹿島	豊富な水資源の 有効利用	維持改良設備の新設	2002	2003	鹿島	鋼管矢板一重型 (中間バルブ室/バルブ密封)	—	—	—	沈埋工法		
38	カッサ 川	兵庫県	関西電力	1974	鹿島	豊富な水資源の 有効利用	発電所の増設	1986.01	1997.11	鹿島・佐藤工業・神崎	鋼管矢板一重型 上流管締切 堤外保排水トンネル	φ800	—	—	堤外トンネル掘削(左岸) 設置		
39	カッサ 川	群馬県	群馬県	1968	佐田	環境保全対策	維持改良設備の新設	1987.10	1994.11	佐田・井上工業	鋼管矢板一重型	φ800	—	—	—		
40	カッサ 川	広島県	中国電力	1923	田原	豊富な水資源の 有効利用	発電所の増設	2002.09	2008.04	鹿島・大木・飛鳥・青木	鋼管矢板一重型 (水位低下工事)	—	—	—	—		
41	カッサ 川	沖縄県	沖縄総合事務局	1974	大城組	その他	取水塔の改良	1979	1991	熊谷・鹿島	鋼管矢板一重型	—	—	—	取水塔の増設		
42	カッサ 川	岐阜県	関西電力	1973	青木	洪水規制対策	取水塔設備の新設	2012.10	2016(予定)	東洋	無	—	—	—	取水塔設備新設		
43	カッサ 川	徳島県	四国電力	1953	西松	洪水調節	維持改良設備の新設	2011	2012	四国エンジニアリング	無	—	—	—	—		
44	カッサ 川	愛媛県	四国地産	1958	清水	洪水調節 水質改善	取水塔の増設	2012	2016(予定)	清水・安藤ハザマ	鋼管矢板	φ11,500	19,000	19,000	クレストゲート改造 選取取水塔設置など		
45	カッサ 川	新潟県	新潟県	1938	ダム事業者	洪水能力の増強	洪水塔の新設	2010	2013	安藤ハザマ・丸藤建設	堰堤	4500×4500	5,200	5,200			

3.1.2 取水施設リニューアルの目的

リニューアルの目的は、事例より 6 項目に分類され、それぞれの概要は以下のとおりである。

1) 豊富な水資源の有効利用

現河川水が豊富であることから取水施設を増設して有効利用を図った事例である。

2) ダムの多目的化

現行貯水池の運用変更により多目的化を図った事例である。

3) 環境保全対策

減水区間を解消するための維持放流、魚道、冷水・濁水対策などの環境保全対策を目的とした事例である。

4) 洪水調節の改善

既設ゲートの取替および操作方法の合理化などによる洪水調節の改善・向上を目的とした事例である。

5) 取水施設の改良

既設の取水施設の能力不足や老朽化等に伴い、既設施設の補修、改良あるいは新たに他の位置に取水施設を設けることを目的とした事例である。

6) その他

上記以外の水位連動、試験施工および老朽化したダムの有効利用を目的とした事例である。

3.2 堤体の穴あけ（新設・増設）

3.2.1 堤体穴あけ工事の概要

(1) 堤体穴あけ工事の目的

各ダムにおける堤体穴あけ工事の目的は、3.1.2 で示した分類のうち 5 項目に該当し、それぞれの概要を以下に述べる。

1) 豊富な水資源の有効利用

- ・秋葉ダム：天竜川の豊富な河川水を利用して既設の第一・第二発電所に加えて第三発電所の増設。
- ・奥只見ダム：取水口の増設とともに、既設発電所を拡張してさらに発電所を増設。

2) ダムの多目的化

- ・月光川ダム：防災ダムを発電可能なダムに改良。
- ・藤井川ダム：治水容量増大の必要性に伴い、防災ダムを農業用水と上水道用水の供給可能な多目的ダムに改良。
- ・三高ダム：既存の水道用ダムを嵩上げして農業用水も供給可能な多目的ダムに改良。

3) 環境保全対策

- ・活込ダム：サイフォン方式で維持放流水を供給。
- ・二川ダム：ダム下流約 6.5km の減水区間を解消して維持放流。
- ・猿谷ダム：既設放流管の出口部拡幅と整流板設置して維持放流。
- ・様似ダム：サケ等の遡上河川で階段式魚道を設置。
- ・菅野ダム：発電取水口への濁水流入防止のため選択取水施設を設置。
- ・萩形ダム：濁りの少ない表面水の取水のため選択取水施設を設置。
- ・宮川ダム：アユ等の生態系保護のための冷水濁水対策として選択取水施設を設置。
- ・宮川内ダム：貯水池低層の水質悪化と稲作の冷害対策として選択取水施設を設置。

4) 洪水調節の改善

- ・五十里ダム、田瀬ダム、内場ダム
：既設の全閉・全開方式ゲートから放流量の調整可能な部分開度放流ゲートに改善。
- ・諭鶴羽ダム：洪水調節の省力化を図るためのゲートレス化。

5) その他

- ・沖浦ダム：鎧畑ダム穴あけ工事のために、浅瀬石川ダムの建設に伴い水没するダムで試験施工を実施。
- ・西山ダム：保存されることになった重力式ダムでは日本で 2 番目の旧西山ダムと直下流の新西山ダムとの水位連動。
- ・美款ダム：大正時代に築造の老朽化の著しい上水道用ダムを砂防ダムとして有効利用するために補強工事施工時の堤内仮排水路を設置。
- ・鎧畑ダム：上流の玉川ダム建設による利水放流量の増量に伴う流下能力の強化。

(2) 施工概要

堤体の穴あけ工法は、一般に以下の条件を考慮して設定する。

- ① 穴の周辺のコンクリートの損傷やひび割れ等の弱点を残すことがないとともに、掘削時に振動の少ない工法であること。
- ② 掘削断面に応力集中を誘発するような極端な凹凸を生じない工法であること。
- ③ 貯水池の運用上の制限から、施工が確実にかつ施工速度が速い工法であること。

掘削工法は発破掘削と機械掘削に大別されるが、堤体の穴あけ工事では堤体に対する悪影響を考慮して一般に機械掘削が採用されている。

機械掘削はさらに全断面掘削方式（TBM、小口径水平掘削機による方式）と自由断面掘削方式（ブーム掘削機、バックホウ、大型ブレーカおよび割岩等による方式）に分類¹⁾され、各ダムで断面の寸法および延長を考慮して選定している。

堤体穴あけ工事における掘削方式と断面幅および延長との関係について表-3.2.1に示す。また、穴あけ断面と施工機械との関係については表-3.2.2に示す。

表-3.2.1 堤体穴あけ工事における掘削方式と断面幅および延長の事例

掘削方式	機種	ダム事例	断面幅 (m)	延長 (m)	主要機械 及び工法
全断面	トンネル用全断面掘削機	沖浦	4.40	4.2	三和 T45
	小口径水平掘削機	様似	1.45	12.5	BM 100N
		二川	1.45	25.0	BM 100N
自由断面	自由断面掘削機	三高(仮排水路)	2.00	12.5	PH-75C
		宮川	2.10	36.0	PH-75C
		三高(取水施設)	2.40	11.3	PH-75C
		内場	2.50	30.5	PH-75C
		萩形	2.50	26.6	PH-75C
		月光川	2.60	21.0	MRH-S65
		宮川内	2.70	17.0	MRH-S65
		鎧畑	4.40	28.9	MRH-S125
		田瀬	5.00	40.9	MRH-S200
		五十里	5.00	50.0	MRH-S200
	AWJ ロボット+静的破砕剤+油圧式ブレーカ	活込	1.80	4.5	AWJ 工法
	コアボーリング+油圧式割岩機+油圧式ブレーカ	猿谷	2.65	5.8	ダルダ
	ワイヤソー+油圧ジャッキ (押し)	諭鶴羽	2.75	10.2	油圧ジャッキ
	コアボーリング+油圧式割岩機+油圧式ブレーカ	西山	3.40	14.7	ダルダ
ドリルジャンボ+割岩機+油圧式ブレーカ	菅野	4.20 ~6.00	25.4	ビッグアー	
多連ドリル+油圧式ブレーカ	美款	3.00	12.6	SD 工法	
	秋葉	6.50	21.0		
多連ドリル+油圧式ブレーカ+ツインヘッド	奥只見	6.20	32.3	SD 工法	
コンクリート破砕器+油圧式割岩機	藤井川	8.00	19.7	CCR+ダルダ	

(注) 掘削方式の分類は、「トンネル標準示方書」〔2006年制定〕¹⁾を参照のこと。

表-3.2.2 堤体穴あけ工事における穴あけ断面と施工機械の事例

ダム名	導水路内径		穴あけ断面				穴あけ機械		整理 No.	摘要
	形状	内径 (mm)	形状	幅 (mm)	高さ (mm)	延長 (m)	機種	形式 (呼称)		
サマニ 様似	円形	φ 450	円形	1.45	1.45	12.50	小口径水平掘削機	ビックマン (BM-100N)	7	
フニ ガ川	円形	φ 400	円形	1.45	1.45	25.00	小口径水平掘削機	ビックマン (BM-100N)	15	
カッ 活	円形	φ 750	幌型	1.80	2.00	4.50	AWJロボット+静的破砕剤+油圧式ブレーカー	吐出力150MPa	6	AWJ工法
ミ 三	円形	φ 800	幌型	2.00 2.40	2.00 2.40	12.50 11.30	自由断面掘削機	パワーヘッド (PH-75C)	16	堤内仮排水路 取水設備工
ミヤ 宮	円形	φ 900	幌型	2.10	2.10	36.00	自由断面掘削機	パワーヘッド (PH-75C)	18	
ハギ 萩	円形	φ 1,100	幌型	2.50	2.50	26.60	自由断面掘削機	パワーヘッド (PH-75C)	13	
ナイ 内	円形	φ 1,300	幌型	2.50	2.50	30.50	自由断面掘削機	パワーヘッド (PH-75C)	11	
ガッコウ 月光川	円形	φ 1,400	馬蹄形	2.60	2.60	21.00	自由断面掘削機	パワーヘッド (PH-75C)	5	
サル 猿	円形	φ 1,240	幌型	2.65	2.65	5.80	コアボーリング+油圧式割岩機+油圧式ブレーカー	φ 160mm、ダルダ、 CB-30	8	
ミヤ 宮	円形	φ 1,100	幌型	2.70	2.70	17.00	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S65)	19	
ユ 論	幌型	1,750 ×2,150	幌型	2.75	2.95	10.20	ワイヤソー+油圧式ジャッキ	50Tジャッキ×3基	20	
ミ 美	—	—	矩形	3.00	2.80	12.60	多連ドリル+油圧式ブレーカ	SDⅢ型機 140kg級BR	17	堤内仮排水路 SD工法
ニシ 西	幌型	3,000 ×3,000	幌型	3.40	3.40	14.70 +12.70	コアボーリング+油圧式割岩機+油圧式ブレーカー	φ 150mm、ダルダ、 0.2m ³ BH+200kgBR	12	
スガ 管	円形	φ 3,000	馬蹄形	4.20 6.00	4.20 8.45	25.40	コアボーリング+油圧式割岩機+油圧式ブレーカー	JTH2A-90、ビックカー 800kg級	9	油圧くさび
オキ 沖	—	—	円形	4.40	4.40	4.20	トンネル用全断面掘削機	ロックトンネラ (三和T45)	3	試験施工
ヨイ 鐘	円形	φ 3,200	円形	4.40	4.40	28.90	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S125)	21	
タ 田	円形	φ 3,600	馬蹄形	5.00	5.00	40.90	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S200)	10	
イ 五	円形	φ 3,800	馬蹄形	5.00	5.00	50.00 ×2	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S200)	2	
オウ 奥	円形	φ 5,000	矩形	6.20	6.20	32.30	多連ドリル+油圧式ブレーカ+ツインヘッド	2,000kg級BR	4	SD工法
アキ 秋	円形	φ 5,300	円形	6.50	6.50	21.00	多連ドリル+油圧式ブレーカ	SD油圧ジャンボ 2,300kg級BR	1	SD工法
フジ 藤	矩形	3,700 ×3,700	矩形	8.00	7.50	19.70	コンクリート破砕器+油圧式割岩器	CCR工法+ダルダ	14	
カ 鹿	円形	φ 1,500	幌型	2.70	2.70	15.00	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S65)	22	
ハ 土	円形	φ 2,700	円形	3.92	3.92	22.88	自由断面掘削機	ロードヘッド (MRH-S65)	23	
ツル 鶴	円形	φ 4,800	矩形	6.00	6.00	60.00	自由断面掘削機	ロードヘッド (RH-8J)	24	

3.2.2 施工方法

堤体穴あけ工事においては、穴あけ工法と締切工法の選定が極めて重要である。

(1)穴あけ工法

堤体穴あけ工法は、主として穴あけ延長と断面寸法によって決定される。工法選定の目安として全断面掘削方式と自由断面掘削方式に分け、それぞれの特徴を実例を挙げて以下に述べる。

1)全断面掘削方式

トンネル用全断面掘削機は、鎧畑ダムの穴あけ工事に先立ち沖浦ダムにおける試験施工で使用されたが、不経済である理由から実施工で採用された例はない。

小口径水平掘削機は、ビットの最大径が1.5m以下であるため、穴あけ断面径が1.5m以上の場合に採用できない。また、穴あけ延長については、長くなると孔曲がりの度合いが大きくなることから、25m程度までの工事に使用されている。

2)自由断面掘削方式

ロードヘッダやパワーヘッダ等の自由断面掘削機による例が最も多く、断面寸法が2.0～5.0mで延長が15m以上の場合に採用されている。機種については、穴あけ断面寸法に応じて選定されている。

また、断面寸法が2.0～5.0mであっても穴あけ延長が15m未満の場合は、自由断面掘削機の採用は不経済であることから、多種の工法が考えられている。一般には、断面外周のスリット形成にコアボーリングを使用し、油圧式割岩機(ダルダ)や油圧ブレーカ等で破碎しているが、論鶴羽ダムや活込ダムでは特殊な方法で施工している。論鶴羽ダムにおいては、外周をワイヤソーで切断したのち、油圧式ジャッキで堤体下流に押出し、小ブロックに切断したものをクレーンで搬出する方法で行っている。また、活込ダムではAWJロボットでスリットを形成したのち、静的破碎剤と油圧式ブレーカを使用して施工している。

穴あけ断面寸法が5.0m以上になると、奥只見ダムにおいては、自由断面掘削機は作業効率が低下するという理由から、多連ドリルでスリットを形成したのち油圧式ブレーカで破碎するSD工法を採用し、空洞の外周面の仕上げをツインヘッダで行っている。なお、菅野ダムでは、断面寸法が4.2m～6.0mの穴あけにドリルジャンボで削孔したのち油圧式割岩機(ビッカー)で割岩したものを油圧式ブレーカで破碎する油圧くさび工法を採用している。

藤井川ダムにおいては、掘削断面が幅8.0m、高さ7.5mと大きく、内部の掘削にコンクリート破碎器(CCR工法)を採用し、周辺部の50cmを油圧式割岩機(ダルダ)を使用している。CCR工法の仕様は、試験結果より堤体振動速度を2.5 kine (2.5 cm/sec)に制限して孔間隔、薬量を決定している。

参考1： SD工法とは、掘削対象物の周縁部および内部にSD機により連続した多連孔のスロットで自由面を形成してブロック化し、各ブロックを膨張性破碎剤や油圧クサビ等で一次破碎したのち、ブレーカ等で二次破碎することを基本とした工法である。²⁾

参考2： 油圧くさび工法は孔や溝にくさび(ウエッジ)を油圧力で打ち込んで割岩する工法で、くさび機械としてはロックスプリッターやビッカー等がある。³⁾

(2) 締切工法

取水施設設置工事には堤体の穴あけ、導水管設置、コンクリート充填、取水ゲート設置等の作業があり、貫通直後から一連の作業が完了するまでの期間中は、河川水またはダム湖の貯留水の導水トンネル内への流入を防止しなければならない。このため、施工性、経済性、工程、安全性等を考慮すると貯水位を下げて施工することが望ましいが、一般に既設ダムの治水機能および利水機能を維持しながらの施工が要求される場合が多い。

実績における各ダムの止水対策は、以下の種類に分けられる。

- ① 既設ダムの施設または一部分の利用
- ② 上流仮締切の設置
- ③ 取水設備（新設・増設）の一部分を仮締切として兼用

なお、以下のダムでは、穴あけ工事の位置や現場条件等の理由から、特に止水対策を講じないで施工している。

- ・活込ダム：サイフォン設備により貯水位上に導水管を設置。
- ・西山ダム：渇水期に施工
- ・美款ダム：渇水期に施工
- ・諭鶴羽ダム：施工水位より上部の位置に放水路設置。
- ・三高ダム：堤内仮排水路（穴あけ）を設置。

1) 既設ダムの施設または一部分を利用した事例

現在の穴あけ工事における止水対策は、鎧畑ダムで採用されてから以降は仮締切を設置する事例が多くなっているが、それ以前に施工したダムでは既設ダムの施設または一部分を利用する方法を採っている。その事例を以下に示す。

- ・藤井川ダム：既設放流管を利用して水位を低下。
- ・秋葉ダム：既設のスクリーンとゲートの間の溝を利用してコンクリート製角落とし（コンクリート矢板）を設置。
- ・猿谷ダム：既設ゲート室のバルブを密栓。

2) 上流仮締切を設置した事例

上流仮締切は、製作材料と形状により、鋼製チャンネル型と鋼コンクリート製アーチ型に大別できる。一般に鋼製チャンネル型が採用されているが、奥只見ダムのように水深が50mにまで及ぶ場合は、高水圧に耐える鋼コンクリート製アーチ型（大深度用の高強度構造）を採用している。

表-3.2.3 各ダムの堤体穴あけ工事における仮締切の構造

ダム名	仮締切の構造			整理 No.	摘要
	方式	種別	蓋の有無		
五十里	鋼製チャンネル型	大型	有	2	2箇所を設置
奥只見	鋼コンクリート製アーチ型	大型	無	4	大深度用の高強度構造
月光川	鋼製チャンネル型	大型	無	5	
様似	鋼製チャンネル型	小型	有	7	
菅野	鋼製チャンネル型	大型	有	9	選択取水設備設置
田瀬	鋼製チャンネル型	大型	有	10	
萩形	鋼製チャンネル型	大型	無	13	選択取水設備設置
二川	鋼製チャンネル型	小型	有	15	仮締切は選択取水設備の一部として兼用
三高	鋼製チャンネル型	小型	無	16	堤内仮排水路の穴あけで実施
宮川	鋼製チャンネル型	小型	有	18	仮締切は選択取水設備の一部として兼用
宮川内	鋼製チャンネル型	大型	無	19	選択取水設備設置
鎧畑	鋼製チャンネル型	大型	有	21	大型では国内初



(a) 鋼製チャンネル型⁴⁾
(月光川ダム)

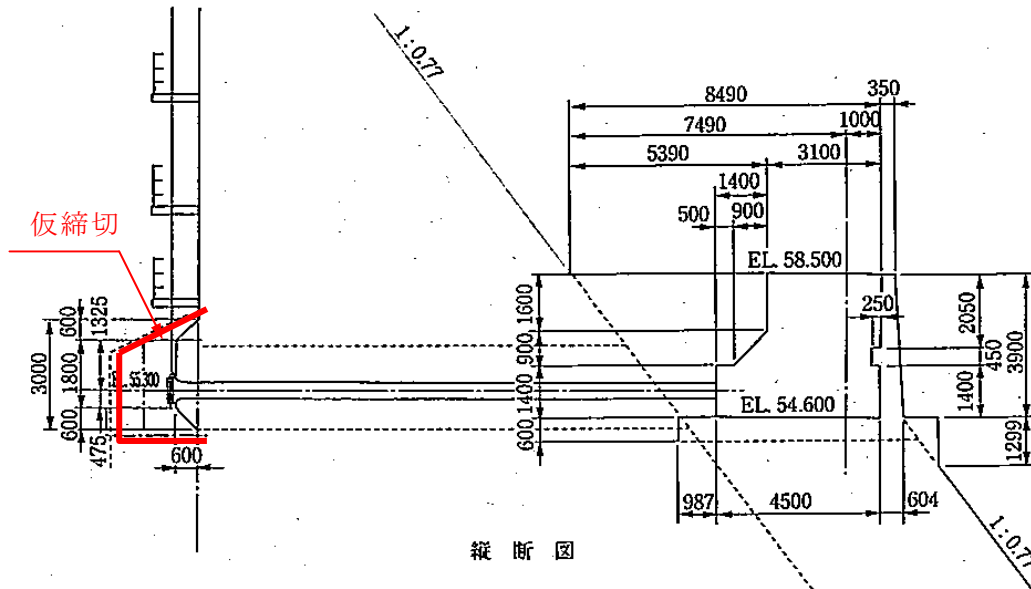
(b) 鋼コンクリート製アーチ型⁵⁾
(奥只見ダム)

図-3.2.1 大型仮締切の種類

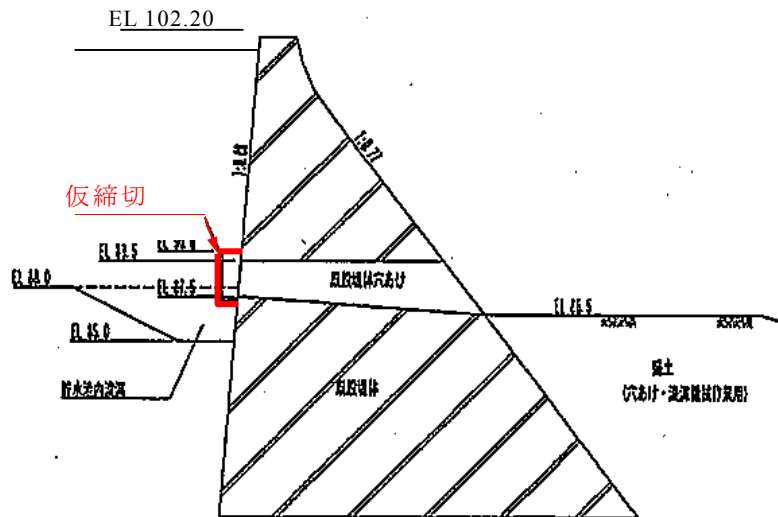
鋼製チャンネル型には、大型と小型がある。大型は、上述の図-3.2.1 (a) で示すように仮締切の構造寸法が大きいもので、鎧畑ダムを始めとして採用されてきた型式である。

一方、小型の仮締切は、水深が浅い場合や呑口が小径の場合あるいは選択取水設備を設ける際に本設の一部として兼用される場合等に用いられ、構造寸法が比較的小さいものである。

また、仮締切には蓋が有るものと無いものがあり、仮締切の天端標高が設計洪水水位以上の場合は蓋を不要とするが、それ以下である場合は洪水時の水位上昇による仮締切内への入水を防止するために蓋を設けている。



(a) 様似ダムの小型仮締切⁶⁾

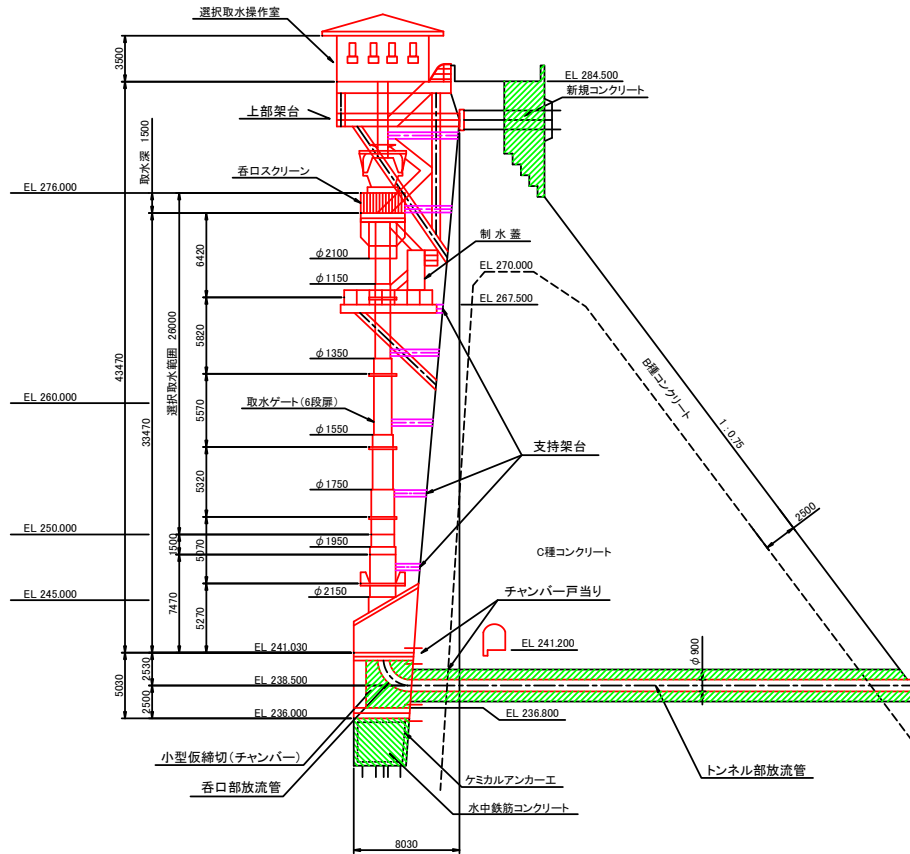


(b) 三高ダム堤内仮排水路の小型仮締切⁷⁾

図-3.2.2 様似ダム、三高ダムにおける小型仮締切

3) 取水設備（新設・増設）の一部分を仮締切として兼用した事例

二川ダムおよび宮川ダムにおいては、小型仮締切を使用した後、撤去せずに選択取水設備の一部として利用している。



(a) チャンバー吊込み状況



(b) チャンバー内の曲管部状況

図-3.2.3 宮川ダムにおける本設兼用の小型仮締切（チャンバー）⁸⁾⁹⁾

3.2.3 施工事例

堤体穴あけの施工事例を、表-3.1.1に基づく整理番号 No. 1~No. 24 の順に示す。

なお、施工事例に記載した本体諸元の目的及び形式の記号は、次の略字である。

目的・・・F：洪水調節・農地防災，N：不特定用水・河川維持用水，A：かんがい，特定（新規）かんがい用水，W：上水道用水，I：工業用水道用水，P：発電
形式・・・A：アーチ，B：バットレス，E：アース，G：重力式コンクリート，GA：重力式アーチ，GF：重力式コンクリート・フィル複合，HG：中空重力式コンクリート，MA：マルチプルアーチ，R：ロックフィル，FA：アスファルトフェーシング

3.2.4 施工上の課題

堤体穴あけ工事における施工上の今後の課題を以下に示す。

- ① 堤体穴あけ工事は、3.2.2(2)で述べたとおり、貯水位を下げてドライ状態で施工することが望ましい。しかし、通年の利水機能維持が要求されるダムにおいては、ある程度の貯水位の低下は許容されるが、制限水位を維持しながら施工することになることから、仮締切が必要になる場合が多い。このため、堤体穴あけ工法のみならず、仮締切の工法と合わせて検討し、合理的な工法を選定する必要がある。
- ② 堤体穴あけ工法については、現在、穴あけ断面の大きさや延長などによって、工法がある程度限定されていると思われるが、より低コストの工法の開発が望まれる。
- ③ 仮締切工については、一般に取水施設工事完了後に撤去されるが、工事費に占める割合が大きく、全体工事費が高騰する大きな要因となっている。特に大型の仮締切工に要する工事費は大きく、工事後に不要となるにもかかわらず、主目的である取水施設の設置費を上回る場合も少なくない。このため、二川ダムや宮川ダムで採用された撤去を不要とする本設兼用の仮締切のように、低コストで安全な仮締切の開発が望まれる。

<参考文献>

- 1) トンネル工学委員会編：2006年制定 トンネル標準示方書〔山岳工法・同解説〕、土木学会、2006年7月、p150 第3節 機械掘削 第103条 機械掘削一般 「【解説】」
- 2) ジオフロンテ研究会：SD工法、割岩工法便覧 割岩工法に関する技術資料（総集編）2006年12月6日
- 3) ジオフロンテ研究会：油圧くさび工法、割岩工法便覧 割岩工法に関する技術資料（総集編）2006年12月6日
- 4) JFEエンジニアリング（株）鋼構造事業部ホームページ：月光川ダム仮締切り設備 http://www.jfe-eng.co.jp/product/steel/ste03_02_08_a.html（現在閉鎖）
- 5) 鹿島建設（株）広報室：200202 ダム再開発における新型工法の開発 仮締切工法の特徴 <http://www.kajima.co.jp/news/press/200202/20c1to-j.htm#5>
- 6) 柏井条介、箱石憲昭：排砂・魚道・その他設備設計、多目的ダムの建設、平成17年度版 第5巻 設計Ⅱ編 第27章、(財)ダム技術センター
- 7) 鹿島建設（株）：三高ダム技術資料
- 8) 三重県松阪建設事務所 ダム管理室：選択取水設備標準断面図
- 9) JFEエンジニアリング（株）鋼構造事業部：三重県宮川ダム選択取水設備設置工事概要書（チャンバー方式による堤体仮締切工法）平成16年4月

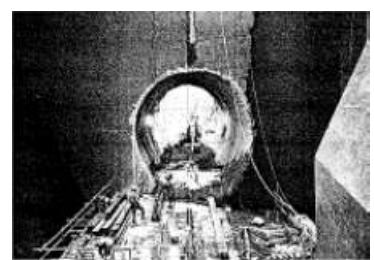
堤体の穴あけ 施工事例

整理No. 1

名称	ダム名称：秋葉ダム	発電所名称：秋葉第三発電所																					
所在地	静岡県磐田郡竜山村大字大嶺字モミジ久保																						
本体諸元	目的：A・I・P	型式：G																					
	堤高：89.0m	堤頂長：273.4m																					
	堤体積：515千m ³	総貯水容量：34,703千m ³																					
河川	水系名：天竜川水系	河川名：天竜川																					
事業主体	電源開発（株）																						
施工業者	本体：熊谷	リニューアル：熊谷・鴻池																					
時期	本体竣工：1958年度	リニューアル完了：1991年度																					
リニューアル目的	秋葉第三発電所の増設のため、秋葉ダム右岸側堤体に穴あけ（取水、送水）工事が実施された。																						
概要	<p>秋葉ダムは上流の佐久間ダムの逆調整池用ダムとして建設され、秋葉第一発電所、第二発電所が建設されていた。さらに、天竜川の豊富な水量を利用して、第三発電所が建設され、平成3年に運転を開始した。その取水および送水のため、右岸側堤体に穴あけ工事が実施された。</p> <p>図-①の写真左側の白い建物が第三発電所である。</p> <p>[締切り方法] 第三発電所建設における仮締切は、穴あけ場所上流に位置する既設第一発電所の取水ゲート部に角落しを使用した。</p> <p>[施工方法] ダムの穴あけは設計掘削径6.5m、延長21mで取水内張管、水圧鉄管および取水口ゲートが穴の中に内径5～5.3mで設置されている。掘削工法は、スロットドリリング工法（SD工法）により行われた。これは、溝穿孔機（SDジャンボ）を用いてトンネル周辺部および切り羽に溝上の自由面（スロット）を形成し、自由面で区切られた面を油圧くさび等の破砕機により切り羽をゆるめ、その後油圧ブレイカー等で破砕する施工法である。</p>																						
	<p style="text-align: center;">スロット穿孔装置の仕様</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>寸法</td><td>全長5500mm、全幅3000mm、全高2000mm</td></tr> <tr><td>重量</td><td>400kg</td></tr> <tr><td>モーター</td><td>横立式三相誘起機2CA-420</td></tr> <tr><td>電圧</td><td>300～180kg/cm²</td></tr> <tr><td>回転速度</td><td>0～250r/min</td></tr> <tr><td>回転数</td><td>2300R/min</td></tr> <tr><td>送水速度</td><td>70L/min</td></tr> <tr><td>ワイヤ径</td><td>2300mm</td></tr> <tr><td>ビット</td><td>ビットワイヤドリリングビット</td></tr> <tr><td>ビット径</td><td>φ33.5mm、シャンク径100mm、6角</td></tr> <tr><td>メーカー</td><td>IBC300またはJブーム掘削ジャンボ</td></tr> </table>	寸法	全長5500mm、全幅3000mm、全高2000mm	重量	400kg	モーター	横立式三相誘起機2CA-420	電圧	300～180kg/cm ²	回転速度	0～250r/min	回転数	2300R/min	送水速度	70L/min	ワイヤ径	2300mm	ビット	ビットワイヤドリリングビット	ビット径	φ33.5mm、シャンク径100mm、6角	メーカー	IBC300またはJブーム掘削ジャンボ
寸法	全長5500mm、全幅3000mm、全高2000mm																						
重量	400kg																						
モーター	横立式三相誘起機2CA-420																						
電圧	300～180kg/cm ²																						
回転速度	0～250r/min																						
回転数	2300R/min																						
送水速度	70L/min																						
ワイヤ径	2300mm																						
ビット	ビットワイヤドリリングビット																						
ビット径	φ33.5mm、シャンク径100mm、6角																						
メーカー	IBC300またはJブーム掘削ジャンボ																						
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・水力ドットコム：http://www.suiryoku.com/gallery/shizuoka/akiha23/akiha23.html ・峰尾肇、大野世音男、三宅淳一：ダム再開発における秋葉第三発電所の建設—堤体穴あけによる発電用取水設備の建設—、ダム日本No533、1988.3 																						






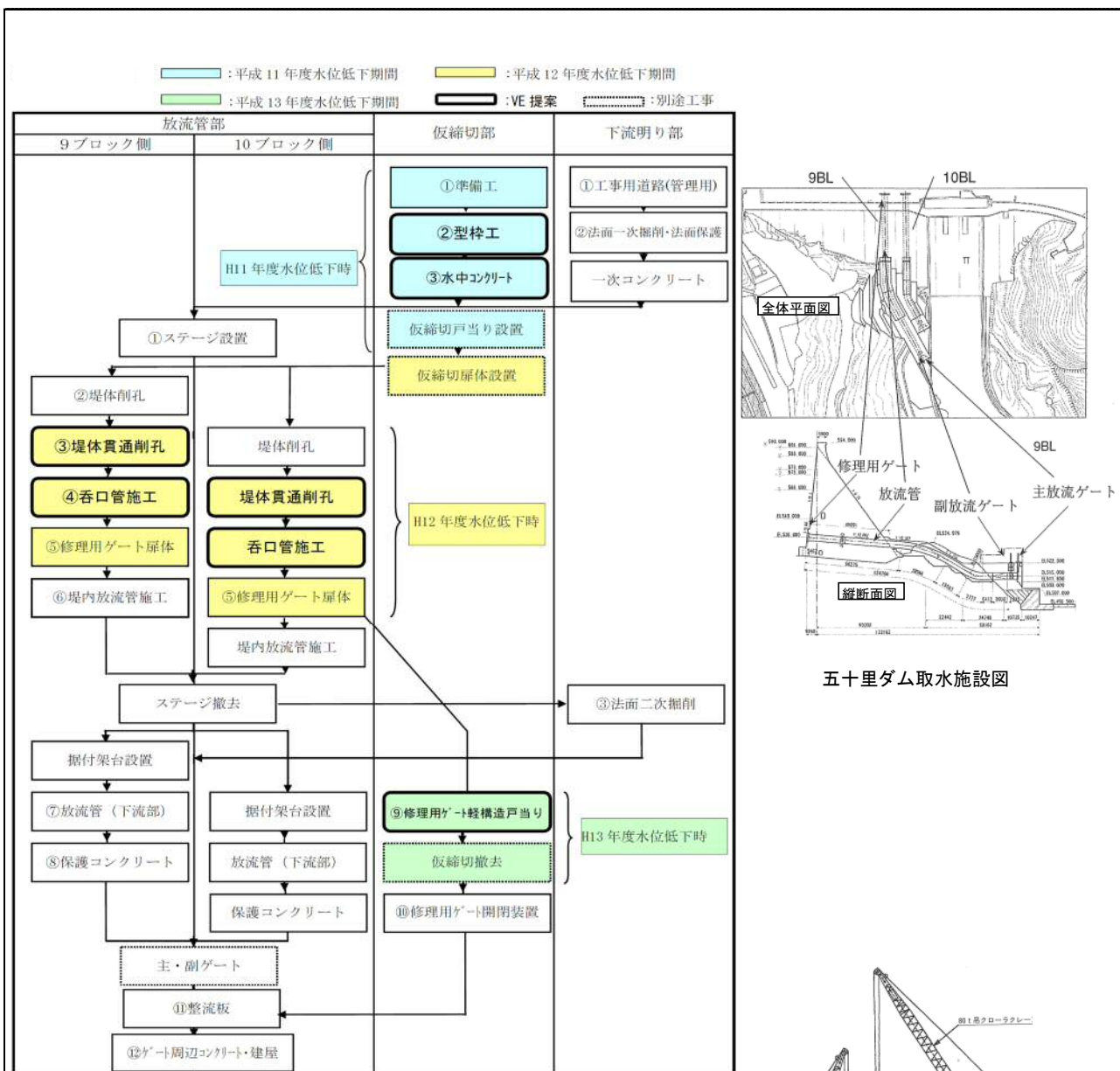
図-① 秋葉第三発電所現況



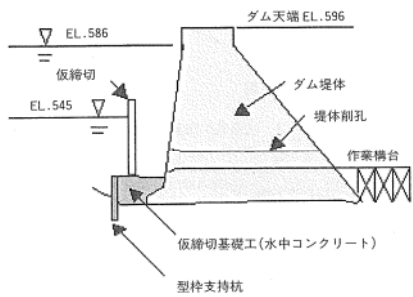
穴あけ貫通状況（上流側より望む）

堤体の穴あけ 施工事例

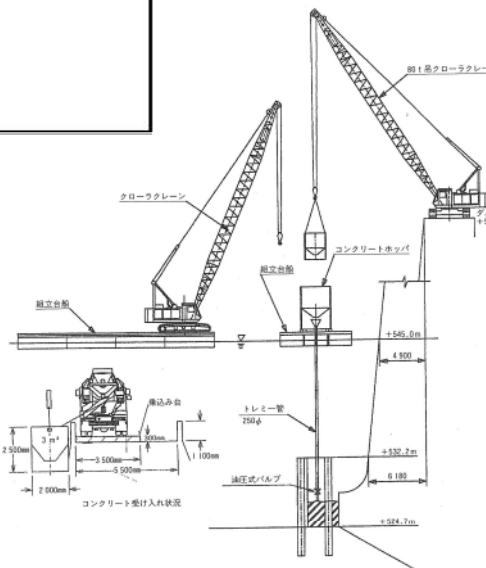
		整理No.	2
名 称	ダ ム 名 称 : 五十里ダム	発 電 所 名 称 : 川治第一発電所	
所 在 地	栃木県塩谷郡藤原町		
本 体 諸 元	目 的 : F・N・P	型 式 : G	
	堤 高 : 112.0m	堤 頂 長 : 261.8m	
	堤 体 積 : 468千m ³	総貯水容量 : 55,000千m ³	
河 川	水 系 名 : 利根川水系	河 川 名 : 男鹿川	
事 業 主 体	建設省関東地方建設局 (現: 国土交通省関東地方整備局)		
施 工 業 者	本 体 : 鹿島	リニューアル: 鹿島・石川島播磨	
時 期	本 体 竣 工 : 1956年度	リニューアル完了: 2003年度	
リニューアル目的	五十里ダムの現有放流設備の能力は最大100m ³ /sと小さく、しかも全開・全閉操作しかできないためダム湖の水位調整が難しく、放流時に下流河川の急激な水位上昇を招くなどの問題があった。このため、放流設備を最大500m ³ /sの放流と部分開度が可能な設備を増設するものである。		
概 要	<p>本工事は、ダム堤体に直径5.00m、延長50mの掘削を2条行い、その中に工場製作した放流管 (φ3,800mm) を設置するものである。</p> <p>[締切り方法] 仮締切の基礎コンクリート打設のため、基礎部に堆積している土砂等を浚渫した。 基礎コンクリート用に大型鋼製型枠を使用し、その固定のため、径700mmの鋼管杭を5本打設した。また、コンクリートは水中コンクリート打設を行った。 戸当金物はクローラクレーンにより吊り下げ、潜水作業によりアンカーで固定した。扉体 (鋼製チャンネル型、2基) はダム天端よりクローラクレーンにより吊り下げ、潜水作業により取り付け止水した。</p> <p style="text-align: right;"> 取水施設鳥瞰図</p> <p>[施工方法] 作業構台設置後、ダム下流から上流に向かって掘削を進めた。 標準部施工は、ロードヘッダ (MRH-S200) による施工とし、拡幅部は大型削孔機によるラインドリリング後、大型ブレーカ (1300kg級) により破碎した。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>仮締切設置状況</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>堤体掘削状況</p> </div> </div>		
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> ・ 山田隆茂、谷田広樹、金岡俊夫、蜂須賀運平、山口嘉一、市原裕之：五十里ダムの施設改良工事、大ダム、No. 185、2003. 10 ・ 蜂須賀運平：五十里ダム施設改良工事、ダム技術、No. 193、2002. 10、(財)ダム技術センター ・ 藤代眸、米山義春：五十里ダム施設改良工事について、ダム日本、No. 687、2002. 1 ・ 鹿島建設(株)：パンフレット、月報、技術資料 		



五十里ダム穴あけ工事の全体工事施工フロー



五十里ダム穴あけ工事の仮締切および堤体掘削概念図



五十里ダム穴あけ工事の仮締切基礎コンクリート打設概要図

全体工事フロー

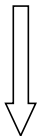
仮締切基礎工
型枠支持杭



仮締切基礎工
型枠・コンクリート打設



仮締切設置



堤体穴あけ



鋼管杭打設状況



鋼管杭先端状況



大型型枠設置状況



コンクリート打設状況



仮締切設置状況



同左



ロードヘッダ掘削状況



ロードヘッダと坑壁状況

五十里ダム穴あけ工事の施工状況

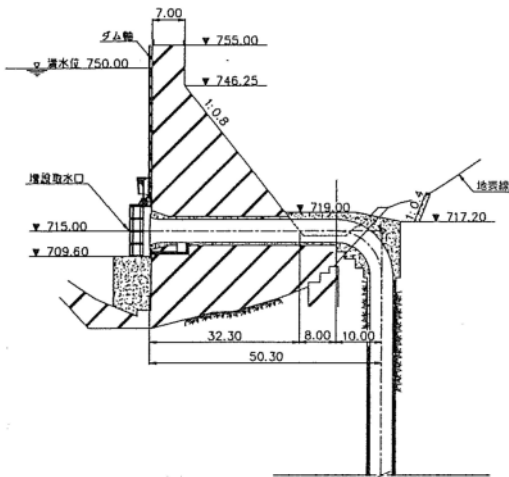


五十里ダム穴あけ工事の全体工程

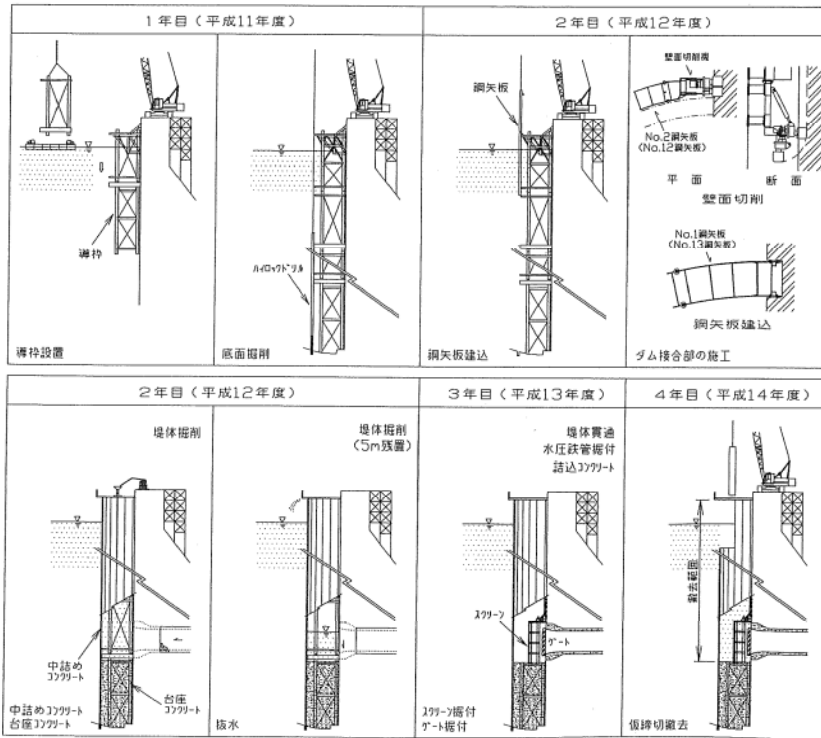
	種別	1999	2000	2001	2002	2003
堤体上流側	仮締切基礎工	■				
	仮締切設備工		■	■		
堤体内部	堤体掘削工		■			
	修理用ゲート・放流管設置			■		
	堤内コンクリート工			■	■	
堤体下流部	主・副ゲート設置				■	
	試運転					■
水位低下時期		■	■	■		

堤体の穴あけ 施工事例

		整理No.	3
名 称	ダム名称：沖浦ダム	発電所名称：沖浦ダム発電所	
所在地	青森県黒石市		
本体諸元	目的：F・N・P	型式：G	
	堤高：40.0m	堤頂長：171.0m	
	堤体積：81千m ³	総貯水容量：3,583千m ³	
河 川	水系名：岩木川水系	河 川 名：浅瀬石川	
事業主体	東北電力㈱		
施工業者	本 体：熊谷	リニューアル：熊谷・竹中	
時 期	本体竣工：1944年度	リニューアル完了：1987年度	
リニューアル目的	<p>鑑畑ダムの穴あけ工事のために、浅瀬石川ダムの建設に伴い水没する当ダムで試験施工を行うものである。</p>		
概 要	<p>本工事は、ダム堤体に径4.40m、延長約4.20mの掘削を1条行うものである。</p> <p>[締切り方法] 穴あけは上流側を残して貫通させないため、仮締切は不要であった。</p> <p>[施工方法] 作業架台設置後、ダム下流から上流に向かって掘削を進めた。 施工は、主としてロックトンネラ（三和T45）で行った。</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>ロックトンネラ正面図</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>堤体掘削状況</p> </div>		
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> ・鹿島建設㈱：技術資料 		

堤体の穴あけ 施工事例

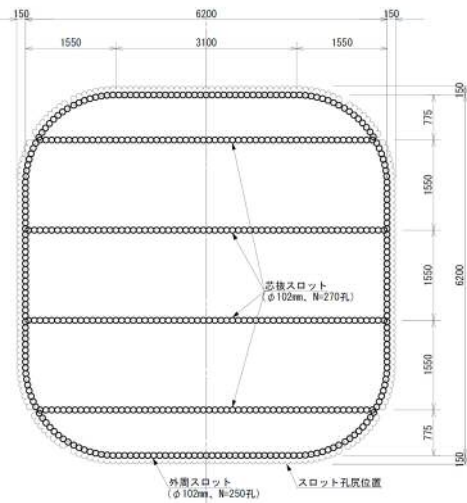
		整理No.	4
名 称	ダム名称：奥只見ダム	発電所名称：奥只見発電所	
所在地	新潟県魚沼市		
本体諸元	目的：P	型式：G	
	堤高：157.0m	堤頂長：480.0m	
	堤体積：1,636千m ³	総貯水容量：601,000千m ³	
河 川	水系名：阿賀野川水系	河 川 名：只見川	
事業主体	電源開発(株)		
施工業者	本 体：鹿島	リニューアル：鹿島・東洋	
時 期	本 体 竣 工：1960年度	リニューアル完了：2002年度	
リニューアル目的	既設奥只見ダム・貯水池を有効利用し、ピーク対応電力供給力の増強を図るため、地下にある既設奥只見発電所（最大出力36万kW、昭和35年運転開始）に隣接して最大出力20万kWのダム水路式発電所を増設するものである。		
概 要	<p>本工事は、ダム堤体に掘削断面6.20m×6.20m、延長約32mの掘削を1条行い、その中に工場製作した放流管（φ5,000mm）を設置するものである。</p> <p>[締切り方法] 貯水池運用を変更せずに工事を実施するために、設置水深約50mの高水圧に耐えることが可能な鋼コンクリート製アーチ型（半径約8mの半円形）を採用した。 ボックス型鋼矢板はクローラークレーンにより吊り下げ、潜水作業により取り付け止水した。</p> <p>[施工方法] 作業構台設置後、ダム下流から上流に向かって掘削を進めた。 施工は、SD工法（スロットドリリング工法）で行い、2ブームドリルジャンボによる外周および断面中央部（水平4条）のラインドリリング後、油圧式ブレーカ（2000kg級）で破碎した。外周壁はツインヘッドで仕上げを行った。</p>		
	 <p style="text-align: center;">縦断面図</p>		
	 <p style="text-align: center;">仮締切完成状況</p>	 <p style="text-align: center;">堤体掘削状況</p>	
参 考 文 献	<ul style="list-style-type: none"> ・橋本長幸、栗原哲、杉山俊介：奥只見発電所増設計画 取水口仮締切の設計、電力土木、No. 295、2001. 9 ・橋本長幸、栗原哲、杉山俊介：奥只見発電所増設計画 取水口仮締切の施工、電力土木、No. 297、2002. 1 ・鹿島建設(株)：ダム再開発における新型工法の開発http://www.kajima.co.jp/news/press/200202/20c1fo-j.htm ・鹿島建設(株)：技術資料 		



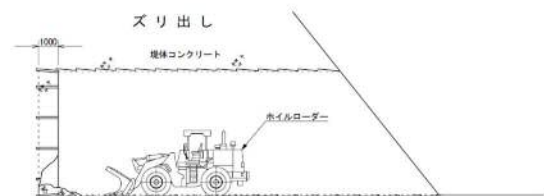
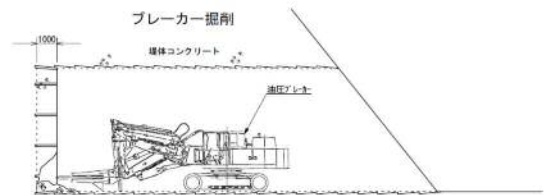
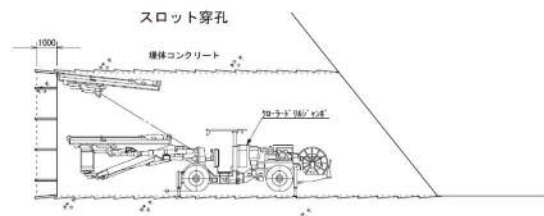
奥只見ダム穴あけ工事の仮締切施工フロー

1サイクル当たりのスロットの諸元

項目	数量
穿孔径	φ102mm
1孔当りの穿孔長	1.1m
外周穿孔数	250孔
芯抜き穿孔数	270孔
スロット面積	54m ²



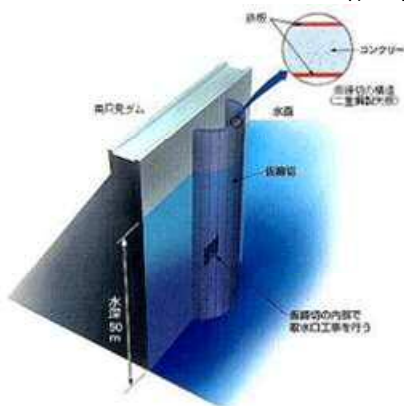
穴あけ標準断面



穴あけ施工フロー (SD工法)

奥只見ダム穴あけ工事の施工仕様

全体工事フロー



仮締切の構造

仮締切設置



堤体穴あけ



仮締切撤去



仮締切導枠設置状況



仮締切施工状況



仮締切内部状況



仮締切完成状況



スロット穿孔状況



ブレイカー掘削状況



仮締切撤去状況



同左

奥只見ダム穴あけ工事の施工状況

奥只見ダム穴あけ工事の全体工程

区分	平成11年				平成12年				平成13年				平成14年			
	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月
仮締切	仮設備(潜水設備など) 連枠組立、掘付				仮設備(潜水設備など) 鋼矢板建立				仮締切内部ドライアップ期間				仮設備(潜水設備など) 鋼矢板撤去			
	底面掘削				コンクリート ▼ 掘水				▼堤体貫通				▼ 充水			
取水口					堤体掘削 (5m残置)				鉄管、スクリーン掘付				ゲート ▼掘付			

堤体の穴あけ 施工事例

整理No. 5

名称	ダム名称：月光川ダム		発電所名称：月光川発電所																															
所在地	山形県飽海郡遊佐町大字杉沢字嶽の腰																																	
本体諸元	目的：F	型式：G																																
	堤高：48.0m	堤頂長：205.0m																																
	堤体積：172千m ³	総貯水容量：1,780千m ³																																
河川	水系名：月光川水系	河川名：月光川																																
事業主体	山形県																																	
施工業者	本体：熊谷	リニューアル：熊谷																																
時期	本体竣工：1978年度	リニューアル完了：1997年度																																
リニューアル目的	無効放流を利用した水力発電所の増設工事に於いて、ダムに取水口設備を構築するため、特殊な水中仮締切り設備を用いて取水口設備、放水口設備、水圧鉄管工事を行った。																																	
概要	<p>[締切り方法] ダムの水位を下げることなく工事を行えるようダム堤体上流面に仮締切を設置した。 下表に仮締切の形式、構造等の諸元を示す。</p> <p style="text-align: center;">仮締切の形式および構造</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2">形式</td> <td>門形桁構造角落し</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">寸法</td> <td>支間</td> <td>8.500m</td> </tr> <tr> <td>奥行</td> <td>5.500m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">有効高</td> <td>19.8m(EL.177.0m~EL.157.2m)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">数量</td> <td>1門</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">設計水位</td> <td>既往最高水位</td> <td>EL.176.000m</td> </tr> <tr> <td>施工時水位</td> <td>EL.172.000m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ゲート敷高</td> <td>EL.157.200m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">水平震度</td> <td>0.12(施工時の水位について考慮する)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">風波浪高</td> <td>1.0m</td> </tr> <tr> <td colspan="2">水密方式</td> <td>3方ゴム水密</td> </tr> </table>			形式		門形桁構造角落し	寸法	支間	8.500m	奥行	5.500m	有効高		19.8m(EL.177.0m~EL.157.2m)	数量		1門	設計水位	既往最高水位	EL.176.000m	施工時水位	EL.172.000m	ゲート敷高		EL.157.200m	水平震度		0.12(施工時の水位について考慮する)	風波浪高		1.0m	水密方式		3方ゴム水密
	形式		門形桁構造角落し																															
寸法	支間	8.500m																																
	奥行	5.500m																																
有効高		19.8m(EL.177.0m~EL.157.2m)																																
数量		1門																																
設計水位	既往最高水位	EL.176.000m																																
	施工時水位	EL.172.000m																																
ゲート敷高		EL.157.200m																																
水平震度		0.12(施工時の水位について考慮する)																																
風波浪高		1.0m																																
水密方式		3方ゴム水密																																
	<p>[施工方法] 穴あけの掘削工法としては、以下の留意点からトンネル掘進機（ロードヘッダMRH-S65）を用いて切削を行った。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 周辺のコンクリートに悪影響を与えないこと ② 非洪水期、増水に対して施工が早いこと ③ 機械が設計穴径に適応し、搬入が容易であること ④ コストが比較的安価のこと <p>水圧管径：φ1,300mm 穴あけ断面：φ2,500mm</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>																																	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・ JFEエンジニアリングHP：月光川ダム仮締切り設備 http://www.jfe-eng.co.jp/product/steel.ste03_02_08_a.html ・ 山形県：月光川ダムの発電所増設に伴う堰堤改良工事報告書 																																	



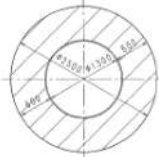
仮締切正面から見た状況



仮締切上部から見た状況

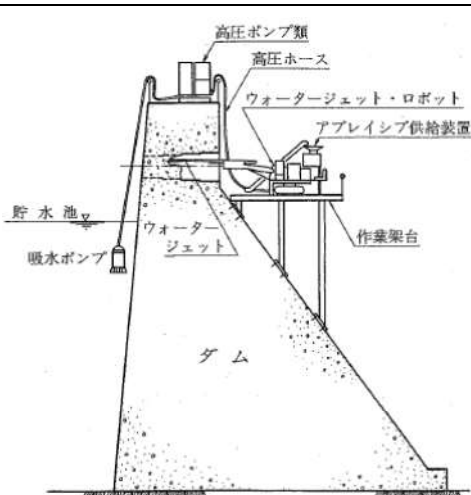
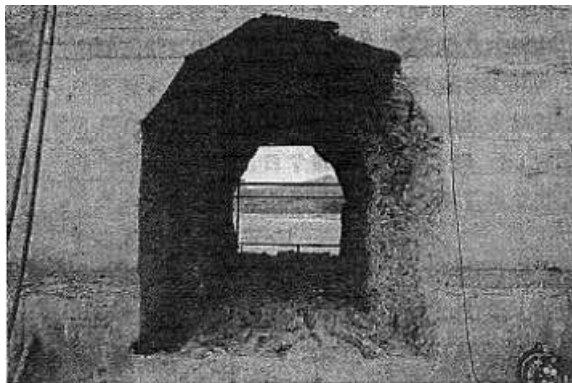
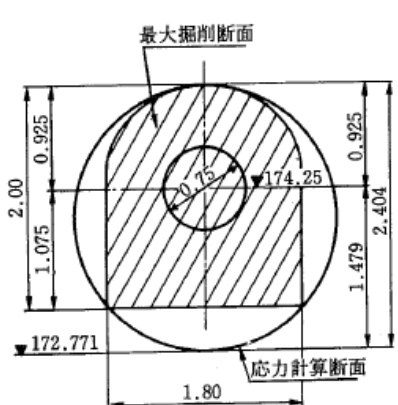


ロードヘッダによる切削状況



断面図

堤体の穴あけ 施工事例

		整理No.	6
名称	ダム名称：活込ダム	発電所名称：足寄発電所	
所在地	北海道中川郡本別町		
本体諸元	目的：P → N・P	型式：G	
	堤高：34.0m	堤頂長：185.0m	
	堤体積：44千m ³	総貯水容量：17,410千m ³	
河川	水系名：十勝川水系	河川名：美里別川	
事業主体	電源開発㈱		
施工業者	本体：鹿島	リニューアル：鹿島	
時期	本体竣工：1955年度	リニューアル完了：1991年度	
リニューアル目的	活込ダムは発電専用のダムで、維持放流設備を備えていなかった。このため、新たに河川維持流量（1m ³ /s）を放流する放流設備（サイフォン方式）を新設するものである。		
概要	<p>本工事は、ダム堤体に最大掘削断面：幅1.80m×高さ2.00m、延長約4mの掘削を1条行い、その中に工場製作した放流管（φ750mm）を設置するものである。</p> <p>[締切り方法] 堤体の穴あけ位置を堤体の高位標高部にしたため、仮締切は不要であった。</p> <p>[施工方法] 作業架台設置後、ダム下流から上流に向かって掘削を進めた。 掘削断面の周辺をAWJ工法（アブレイシブウォータージェット工法）でスリット切削した後、内部のコンクリートを削孔して静的破砕剤で亀裂を発生させ、油圧式ブレーカで破碎した。</p>	 <p style="text-align: center;">施工概念図</p>	
	 <p style="text-align: center;">堤体掘削完了状況</p>	 <p style="text-align: center;">堤体掘削標準断面図</p>	
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> ・箱嶋千造、飯塚数男：活込ダム維持流量放流設備設置工事について、ダム日本、No. 570、1992. 4 		